

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-051462

(43)Date of publication of application : 21. 02. 2003

(51) Int. Cl.

H01L 21/285
H01L 21/3205

(21)Application number : 2001-235664

(71)Applicant : JAPAN SCIENCE & TECHNOLOGY CORP
MAKITA YUNOSUKE

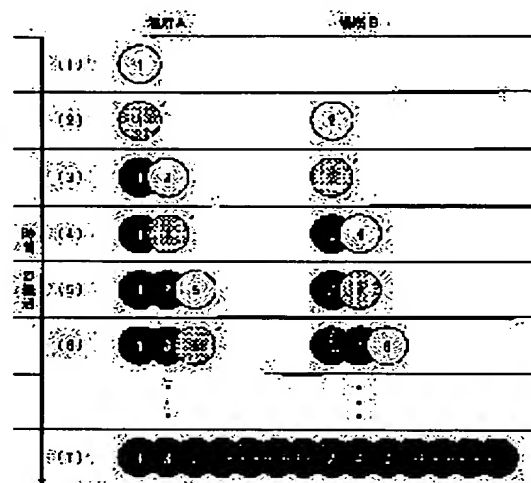
(22)Date of filing : 03. 08. 2001

(72)Inventor : MAKITA YUNOSUKE
NAKAYAMA YASUHIKO(54) METHOD AND APPARATUS FOR FORMING ELECTRODE OF β -FeSi₂ ELEMENT

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and an apparatus for forming electrodes of a β -FeSi₂ element of the electrodes which have high reliability and will not cause disconnections.

SOLUTION: In making phase transition for β -FeSi₂ material to α -Fe₂Si₅ metal phase by heating the whole or a part of the surface layer of the β -FeSi₂ material in air or an inert gas atmosphere and subsequently cooling the phase-changed part to room temperature to form electrodes of high electrical conductivity, a heating source is applied to one point of the surface of a specimen loaded on a stage to change the phase to α -Fe₂Si₅, and then the heating source is moved to a next heating position, which is not a mutually adjacent position but a point at a position B which is remote enough so as not to be influenced by heat. The point in position B is heated, and during the heating, the previously heated point A is cooled. The heating source is then applied to a point, which touches the already cooled point A to make the heating/metallization. By repeating this operation of heating and cooling, a desired electrode pattern is formed by ranging the metallized parts.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 03. 08. 2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against]

- examiner's decision of rejection]
- [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998, 2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention is beta-FeSi 2 which is in the limelight in the electronics field. Beta-FeSi 2 for starting the production method of a thin film semiconductor element device, and forming in up to a thin film substrate the electrode to which the in-and-out style of the current is carried out It is related with the electrode formation method of an element, and its equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] A common semiconductor device forms the material thin film of functionality on the plane substrate material of a silicon (Si) substrate or others, and gives and constitutes detailed electrode wiring of luminescence, light-receiving, memory, IC circuit device, etc. on it. In order to perform this wiring, the metal conductor thin film needed to be made to deposit on the element surface using a galvanizing method, the vacuum deposition, and the spatter ion rating method, after that, using a photolithography technology, the metal thin film was processed into the detailed pattern, and the element has been formed.

[0003] On the other hand, recently and beta-FeSi 2 When performing electrode wiring for a thin film semiconductor element (device), the electrode forming method no necessity that the portion heated when the laser beam was extracted and one point of a semiconductor thin film was heated deposits a metal thin film in non-contact using the property changed into a metal phase is is proposed.

[0004] When this electrode formation method was compared with the high method of the manufacture cost on which much time amount, such as an expensive HOTORISO graph (pattern mask production-resist spreading-exposure-etching) production process, and costs were spent and which performed metal membrane formation in the vacuum like before, and was conducting inspection between processes, it was a desirable method.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, although the conventional technology will be some time amount by the time the once metalized portion gets cold when performing this continuation sweep although a hot spot is shifted little by little as it is, it glares continuously and a metalization portion is connected (continuation sweep) if a semiconductor thin film is heated with the focus of a laser beam and that point metalizes, it will be exposed to an elevated temperature.

[0006] However, alpha-Fe 2 Si5 A phase is beta-FeSi 2 again, when it is left at about 650-900 degrees C. It will return to the semiconductor layer of a phase, the conductivity as an electrode will be lost, and an electrode will be disconnected as a result. That is, when the electrode pattern was formed by the continuation sweep of laser heating, the open circuit might arise.

[0007] Moreover, to make the pattern of the complicated configuration where the curve became intricate, it is necessary to connect a laser-heating portion at an one-point one-point spot rather than it carries out a sweep by continuous irradiation. In that case, if the spot metalized once is adjoined and the following point is heated, the overlapping portion will be held at high temperature, and will semiconductor-ize again. It is the cause of inducing an open-circuit part like [this] the above.

[0008] This invention is beta-FeSi 2 of the high-reliability which an open circuit does not produce in view of the above-mentioned condition. It aims at offering the electrode formation method of an element, and its equipment.

[0009]

[Means for Solving the Problem] This invention is beta-FeSi 2 of [1] semiconductor, in order to attain the above-mentioned purpose. Are the electrode formation method of an element and it sets in atmospheric air or an inert gas ambient atmosphere. Said beta-FeSi 2 It is said beta-FeSi 2 by heating all or a part of material-list side portions. It is alpha-Fe 2 Si5 about a material. Phase transition is carried out to a metal phase. Then, a source of heating is applied to one on the surface of a sample put on a stage when cooling this portion that carried out phase transition, returning to a room temperature and making it a conductive good electrode, and it is alpha-Fe 2 Si5. A location which phase-izes and then is heated without making it a connected adjacent location By cooling of a

point which was made to move a source of heating to one point of a location left, so that heat did not spread, heated, and was heated previously in the meantime By subsequently applying a source of heating in contact with an already cooled point, heating/metalization is performed and it is characterized by forming an electrode pattern of a request of actuation of this heating cooling with a repeat by connection of a metalization portion.

[0010] [2] Beta-FeSi 2 of a semiconductor Are the electrode formation method of an element and it sets in atmospheric air or an inert gas ambient atmosphere. Said beta-FeSi 2 It is alpha-Fe 2 Si5 by heating all or a part of material-list side portions. Phase transition is carried out to a metal phase. Then, in case this portion that carried out phase transition is cooled, and it returns to a room temperature and is made a conductive good electrode After expanding a laser beam with a beam expander and considering as a parallel ray using a lens, A beam is condensed in the shape of [thin] a straight line using a cylindrical lens, and it is beta-FeSi 2 to a focal location of the shape of this straight line. A material is placed and heated and it is alpha-Fe 2 Si5. It is characterized by forming a metal phase and forming a straight line-like electrode pattern.

[0011] [3] Beta-FeSi 2 of the above-mentioned [2] publication In an electrode formation method of an element, it is characterized by constituting so that power distribution of the shape of a straight line when condensing in the shape of a straight line may become uniform by using said cylindrical lens as a lens of a beam expander to which said laser beam is expanded.

[0012] [4] Beta-FeSi 2 of a semiconductor Are the electrode formation method of an element and it sets in atmospheric air or an inert gas ambient atmosphere. Said beta-FeSi 2 It is alpha-Fe 2 Si5 by heating all or a part of material-list side portions. Phase transition is carried out to a metal phase. Then, in case this portion that carried out phase transition is cooled, and it returns to a room temperature and is made a conductive good electrode After expanding a laser beam with a beam expander and considering as a parallel ray using a lens, A Fresnel lens with which image formation in a focus serves as a circle is used, and it is beta-FeSi 2. Exposure heating of the material-list side is carried out, and it is alpha-Fe 2 Si5 about a portion of this exposure heating. It is characterized by forming a metal phase and considering as a circle-like electrode pattern.

[0013] [5] Beta-FeSi 2 of a semiconductor Are electrode formation equipment of an element and it sets in atmospheric air or an inert gas ambient atmosphere. Said beta-FeSi 2 With a means to heat all or a part of material-list side portions, and this means to heat Said beta-FeSi 2 It is alpha-Fe 2 Si5 about a material. Phase transition is carried out to a metal phase. Then, a source of heating is applied to one on the surface of a sample put on a stage when cooling this portion that carried out phase transition, returning to a room temperature and making it a conductive good electrode, and it is alpha-Fe 2 Si5. A location which phase-izes, next is heated without making it a connected adjacent location By cooling of a point which was made to move a source of heating to one point of a location left, so that heat did not spread, heated, and was heated previously in the meantime By subsequently applying a source of heating in contact with an already cooled point, it has a means to perform heating/metalization, and is characterized by forming an electrode pattern of a request of actuation of said heating cooling with a repeat by connection of a metalization portion.

[0014] [6] Beta-FeSi 2 of a semiconductor Are electrode formation equipment of an element and it sets in atmospheric air or an inert gas ambient atmosphere. Said beta-FeSi 2 With a means to heat all or a part of material-list side portions, and this means to heat Said beta-FeSi 2 It is alpha-Fe 2 Si5 about a material. A beam expander to which a laser beam is expanded in case phase transition is carried out to a metal phase, and this portion that carried out phase transition is cooled, and it returns to a room temperature and is made a conductive good electrode after that, After making into a parallel ray a laser beam expanded by this beam expander using a lens, It has a cylindrical lens which condenses a beam in the shape of [thin] a straight line, and is beta-FeSi 2 to a focal location of the shape of a straight line of this cylindrical lens. A material is placed and heated and it is alpha-Fe 2 Si5. It is characterized by forming a metal phase and forming a straight line-like electrode pattern.

[0015] [7] Beta-FeSi 2 of the above-mentioned [6] publication In electrode formation equipment of an element, it has said cylindrical lens as a lens of a beam expander to which said laser beam is expanded, and is characterized by constituting so that power distribution of the shape of a straight line when condensing in the shape of a straight line may become uniform.

[0016] [8] Beta-FeSi 2 of a semiconductor Are electrode formation equipment of an element and it sets in atmospheric air or an inert gas ambient atmosphere. Said beta-FeSi 2 With a means to heat all or a part of material-list side portions, and this means to heat Said beta-FeSi 2 It is alpha-Fe 2 Si5 about a material. A beam expander to which a laser beam is expanded in case phase transition is carried out to a metal phase, and this portion that carried out phase transition is cooled, and it returns to a room temperature and is made a conductive good electrode after that, After making into a parallel ray a laser beam expanded by this beam expander using a lens, It has a Fresnel lens with which image formation in a focus serves as a circle, this Fresnel lens is used, and it is beta-FeSi 2. Exposure heating of the material-list side is carried out, and it is alpha-Fe 2 Si5 about a portion of this exposure heating. It is characterized by forming a metal phase and considering as a circle-like electrode

pattern.

[0017]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained to details, referring to a drawing.

[0018] The feature of this invention is beta-FeSi 2 of a device material. A crystal transformation occurs by heating actuation and a thin film is alpha-Fe 2 Si5 of a metal body. It is in the place using changing.

[0019] By laser heating which shows the 1st example of this invention, drawing 1 is beta-FeSi 2. It is alpha-Fe 2 Si5 in a part of phase. It is the mimetic diagram using changing into a phase of electrode formation equipment.

[0020] At this example, it is beta-FeSi 2 beforehand. The sample board 1 with which the film is growing on Si crystal substrate is being fixed to the stage 10 driven so that it may be controlled by the computer 9 and the electrode pattern 2 may be drawn. Nd similarly controlled by the computer 9: The laser beam 6 injected from YAG laser 8 passes the beam switch 7 similarly controlled by the computer 9 through the mirror 5 which builds the optical path of equipment the optimal, are collected with a condenser lens 4, and connect a focus to the hot spot 3 of a sample side. The scattered light reflected from a sample side is absorbed by the absorber 11.

[0021] Drawing 3 is beta-FeSi 2 which shows the 1st example of this invention. It is explanatory drawing of the electrode formation method of an element.

[0022] In this example, although each is separated enough, he sets to A and B two of the locations [have] which are connected as an electrode and it does not become impossible that are kicked. Moreover, the passage of time is shown in (1) - (7).

[0023] First, as shown in (1), the point which irradiated the laser beam first is ** spot of Location A. When this point is heated at 982 degrees C or more - 1200 degrees C or less, it is alpha-Fe 2 Si5. It changes to a phase.

[0024] Next, as shown in (2), the beam spot is moved to the location B** location distant from location A** enough, and heating is started. In the meantime, location A** in the condition that temperature descended shows a location A** point. While heating location B**, ten spots are quenched and remain also at a room temperature with a metal phase.

[0025] Next, as shown in (3), a laser beam is moved to location A** from location B**, and heating is started. Under the present circumstances, although location A** is in the location which overlapped location A** in part, since location A** is cooled, it is still a metal phase. Location B** is cooled while heating location A**.

[0026] Next, if location A** is fully heated, the point which moved to location B** which shows a spot to (4), and overlapped location B** will be heated. In the meantime, location A** is cooled.

[0027] Hereafter, similarly, as are shown in (5), and the location A** point which touched location A** is heated, next it is shown in (6), a location B** point is heated and the metalized spot is connected. Thus, by repeating actuation of moving to the fully distant location, by control of a computer 9, if exposure heating of the one point is carried out, the following hot spot can form the electrode pattern with which the metalized point stood in a row, as shown in (7).

[0028] Drawing 2 is a thing illustrating this relation, and the binary condition of Fe and Si is shown.

[0029] As shown in this drawing, it is semiconductor beta-FeSi 2. The presentation of the sample in which the thin film was formed exists in the A point on a phase diagram. When this material is heated by the laser annealing method etc. and it results in C point exceeding a parent phase decomposition temperature (982 degrees C) B point, for the heated portion, a slight epsilon-FeSi phase and slight most are alpha-Fe 2 Si5. It becomes the mixed crystal phase of a phase. Alpha-Fe 2 Si5 made by being changed here A phase is used as an electrode material.

[0030] Alpha-Fe 2 Si5 in this case The phase diagram location of the portion which became a phase becomes E points. Beta-FeSi 2 which is an original stable thermal equilibrium phase when the material converted into alpha phase is quenched as it is and made into 620 degrees C or less It is alpha-Fe 2 Si5, without becoming the mixture of Si. It remains as. Since this crystal phase is a metal, it functions as an electrode material.

[0031] However, when long duration neglect is carried out at 900 degrees C - about 650 degrees C without quenching at 620 degrees C or less in this case, it is alpha-Fe 2 Si5. A phase is beta-FeSi 2 again. Since a decomposition deposit is carried out at a semiconductor phase and Si, it stops showing the metal property as an electrode. Beta-FeSi 2 A phase to alpha-Fe 2 Si5 In order to use as an electrode the portion converted into the phase, it is important quickly to cool at 620 degrees C or less.

[0032] Thus, in order to avoid the defect of a continuation sweep exposure, after metalizing one point, there is the method of carrying out rapid heating of the point which adjoined the spot which took time amount enough and got cold, and taking, metalizing and carrying out sudden cooling of sufficient time amount. When this actuation is continued, it is a good translation, but if it carries out like this, in order to generate a suitable distance between metalization activities and to make an electrode pattern, it will take much time amount.

[0033] So, in the 1st example, a laser spot is not made next to each other, but the following shot which made the spot is taken in the location distant for 10 minutes which heat does not reach. If the spot made previously is

adjoined and the beam is irradiated in the place where fever fully went down, the train of the continuous metal spot will be made. Therefore, beta-FeSi 2 Alpha-Fe 2 Si5 by which carried out the spot exposure and the laser beam was beforehand made on the semiconductor material surface By making the spot of a phase overlap and constituting an electrode, the conventional problem of beta-izing again and disconnecting is solvable.

[0034] Generally it is easily available, and by the laser power which can be used, when a laser beam is narrowed down using a lens, the magnitude of the image of a focal location is a diameter of a laser spot when it becomes several micrometers - 10 micrometers of numbers and this metalizes. Therefore, in order to connect width of face required as an electrode pattern, and the distance of several mm for this spot group and to make an electrode pattern, heating cooling actuation of hundreds - 1000 numbers will be needed, and that activity will take a great man day and time amount. So, in this invention, such a problem is solved according to the following example [2nd].

[0035] Drawing 4 is beta-FeSi 2 which shows the 2nd example of this invention. It is the mimetic diagram of the electrode formation equipment of an element.

[0036] Here, it is alpha-Fe 2 Si5 by one-time heating cooling actuation about the distance of a certain pattern. The method of carrying out phase metalization is effective.

[0037] The graphic form frequently made in a device electrode pattern is a part for a bay. So, in this example, it is going to create a part for that bay by one laser radiation.

[0038] That is, the lens 24 for considering as a parallel ray is put on the place where the discharged laser beam 27 passed the expander lens 26 at, and fully spread from the source 28 of laser. In order to make the optimal spatial distance from the source 28 of laser to a device, and arrangement, the reflecting mirror 25 into which the direction of a laser beam 27 is changed may be used.

[0039] If a cylindrical lens 23 is put on the place where light fully spread, laser beam 24A will condense in the shape of a straight line at the place to which the focus was connected. the focal location 22 of the shape of this straight line -- beta-FeSi 2 if the semiconductor film 21 is arranged -- a one-time exposure -- the number of width of face -- the metal part as an electrode with 10 micrometers and a length of several mm can be formed, and working hours and an actuation man day can be sharply saved compared with repeat actuation of a spot exposure.

[0040] Clear glass is sufficient as the expander used here or lenses, and the lieberkuhn may be used for them.

[0041] Moreover, a cylindrical lens can also be used as an expander lens. In this example, since a beam is expanded in the shape of a cone by the expander and it condenses in the shape of a straight line later, optical straight line-like power is not uniform. Then, what is necessary is to use a cylindrical lens for an expander, in order to make optical power of a straight line-like focus uniform, and just to adjust the cylindrical lens and optical axis for condensing.

[0042] Drawing 5 is beta-FeSi 2 which shows the 3rd example of this invention. It is the mimetic diagram of the electrode formation equipment of an element.

[0043] The graphic form often seen to a photo sensor also in a device electrode pattern is the electrode of a circle. This graphic form is a time-consuming graphic form, when making only from straight line migration of the beam spot, and it needs to repeat fine X-Y migration. This example tends to create the circle portion by one laser radiation.

[0044] That is, the lens 24 for considering as a collimated beam is put on the place which fully extended the laser beam 27 discharged from the source 28 of laser like the 2nd example using the expander lens 26 (refer to drawing 4).

[0045] In this example, Fresnel lens 30 is put on the place where the collimated beam further fully spread. This Fresnel lens 30 has the structure where that center and the radial cross section between circumference **** carry out the same actuation as a convex lens. For example, the light which carried out incidence to the portion 27 which corresponds on the right of the center of Fresnel lens 30, or 31 is condensed by point 41A.

[0046] Moreover, the light which carried out incidence to the portion 32 equivalent to left-hand side connects a focus to the location of point 41B. Since the slot 33 of Fresnel lens 30 is constituted from a center of the lens 30 by the concentric circle, the light which carried out incidence to Fresnel lens 30 condenses it so that it may become circle-like in a focal location. It is beta-FeSi 2 to this focus. If the semiconductor film 40 is arranged, the metal part 42 of the shape of a circle of magnitude required of a one-time exposure can be formed, and this will carry out the duty of an electrode.

[0047] Thus, according to this invention, the condensing point of a circle configuration can be changed into a metal, it can consider as an electrode, and working hours and an actuation production process can be sharply saved compared with repeat actuation of the conventional spot exposure.

[0048] Clear glass is sufficient as the expander used here or lenses, and a reflecting mirror may be used for them.

[0049] As a device for creating a pattern electrode with sufficient working efficiency by the laser beam until now,

although one cylindrical lens and Fresnel lens have been used, it is also possible to make the pattern which combined the curve and the straight line, combining these two or more. In order to perform actual electrode manufacture, the sample board attached in the stage is moved in all directions, and it is processed combining the above-mentioned pattern.

[0050] Furthermore, additional coverage is in laser power, the time-consuming method which constitutes an electrode pattern from combination of a line if powerful is not taken, but the mask of the electrode pattern of a wish is created, the graphic form is directly projected on a semiconductor film surface with a lens, and if the irradiated portion is metalized, it is also possible to obtain the electrode of hope by exposure once.

[0051] Moreover, energy required for heating is $10+6$ W/cm² for heating the number 10-micrometer field of radii at about 1000 degrees C, although it changes with the rate of light absorption of an irradiated material, thermal conductivity, the melting point, specific heat, etc. Energy density is required and it is good in a short time of a second unit. If a beam diameter is the usual laser which is 1-2mm, there should just be an output which is several W.

[0052] Beta-FeSi 2 Since the rate of light absorption is as high as $10+5$, and thermal conductivity is very low as used for thermoelectric material when it receives and Nd:YAG laser with a wavelength of 1.06 micrometers is used, heating the minute field of the diameter of 50 micrometer at about 1000 degrees C should just irradiate output 10W light for several seconds.

[0053] In addition, this invention is not limited to the above-mentioned example, and based on the meaning of this invention, various deformation is possible for it and it does not eliminate these from the range of this invention.

[0054]

[Effect of the Invention] As mentioned above, according to this invention, the following effects can be done so as explained to details.

[0055] (A) Beta-FeSi 2 Alpha-Fe 2 Si₅ which heating cooling of some thin films is extracted and carried out for a laser beam, and is a metal phase about the portion In case actuation of converting into a phase is performed and it considers as an electric conduction electrode, since the electrode which metalized the point which separated enough without piling up the adjacent point, and finally continued was formed, an open circuit does not take place.

[0056] (B) Since the continuous straight line and the continuous circle were once created with heating without connecting a small spot, do so the effect of ending for a short time although an electrode pattern is created.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Beta-FeSi 2 of a semiconductor Are the electrode formation method of an element and it sets in atmospheric air or an inert gas ambient atmosphere. Said beta-FeSi 2 It is said beta-FeSi 2 by heating all or a part of material-list side portions. It is alpha-Fe 2Si5 about a material. Phase transition is carried out to a metal phase. Then, a source of heating is applied to one on the surface of a sample put on a stage when cooling this portion that carried out phase transition, returning to a room temperature and making it a conductive good electrode, and it is alpha-Fe 2 Si5. A location which phase-izes and then is heated without making it a connected adjacent location By cooling of a point which was made to move a source of heating to one point of a location left, so that heat did not spread, heated, and was heated previously in the meantime Beta-FeSi 2 characterized by performing heating/metalization and forming an electrode pattern of a request of actuation of this heating cooling with a repeat by connection of a metalization portion by subsequently applying a source of heating in contact with an already cooled point An electrode formation method of an element.

[Claim 2] Beta-FeSi 2 of a semiconductor Are the electrode formation method of an element and it sets in atmospheric air or an inert gas ambient atmosphere. Said beta-FeSi 2 It is alpha-Fe 2 Si5 by heating all or a part of material-list side portions. Phase transition is carried out to a metal phase. Then, in case this portion that carried out phase transition is cooled, and it returns to a room temperature and is made a conductive good electrode After expanding a laser beam with a beam expander and considering as a parallel ray using a lens, A beam is condensed in the shape of [thin] a straight line using a cylindrical lens, and it is beta-FeSi 2 to a focal location of the shape of this straight line. A material is placed and heated and it is alpha-Fe 2 Si5. Beta-FeSi 2 characterized by forming a metal phase and forming a straight line-like electrode pattern An electrode formation method of an element.

[Claim 3] Beta-FeSi 2 according to claim 2 Beta-FeSi 2 characterized by constituting so that power distribution of the shape of a straight line when condensing in the shape of a straight line by using said cylindrical lens in an electrode formation method of an element as a lens of a beam expander to which said laser beam is expanded may become uniform An electrode formation method of an element.

[Claim 4] Beta-FeSi 2 of a semiconductor Are the electrode formation method of an element and it sets in atmospheric air or an inert gas ambient atmosphere. Said beta-FeSi 2 It is alpha-Fe 2 Si5 by heating all or a part of material-list side portions. Phase transition is carried out to a metal phase. Then, in case this portion that carried out phase transition is cooled, and it returns to a room temperature and is made a conductive good electrode After expanding a laser beam with a beam expander and considering as a parallel ray using a lens, A Fresnel lens with which image formation in a focus serves as a circle is used, and it is beta-FeSi 2. Exposure heating of the material-list side is carried out, and it is alpha-Fe 2 Si5 about a portion of this exposure heating. Beta-FeSi 2 characterized by forming a metal phase and considering as a circle-like electrode pattern An electrode formation method of an element.

[Claim 5] Beta-FeSi 2 of a semiconductor which is equipped with the following and characterized by forming an electrode pattern of a request of actuation of said heating cooling with a repeat by connection of a metalization portion It is electrode formation equipment of an element and they are (a) atmospheric air or an inert gas ambient atmosphere. Said beta-FeSi 2 A means to heat all or a part of material-list side portions (b) By this means to heat, it is said beta-FeSi 2. It is alpha-Fe 2 Si5 about a material. Phase transition is carried out to a metal phase. Then, a source of heating is applied to one on the surface of a sample put on a stage when cooling this portion that carried out phase transition, returning to a room temperature and making it a conductive good electrode, and it is alpha-Fe 2 Si5. A location which phase-izes, next is heated without making it a connected adjacent location A means to perform heating/metalization by subsequently applying a source of heating in contact with an already cooled point by cooling of a point which was made to move a source of heating to one point of a location left, so that heat did not spread, heated, and was heated previously in the meantime

[Claim 6] It has the following and is beta-FeSi 2 to a focal location of the shape of a straight line of (d) this

cylindrical lens. A material is placed and heated and it is alpha-Fe₂Si₅. Beta-FeSi₂ of a semiconductor characterized by forming a metal phase and forming a straight line-like electrode pattern It is electrode formation equipment of an element and they are (a) atmospheric air or an inert gas ambient atmosphere. Said beta-FeSi₂ A means to heat all or a part of material-list side portions (b) By this means to heat, it is said beta-FeSi₂. It is alpha-Fe₂Si₅ about a material. A beam expander to which a laser beam is expanded in case phase transition is carried out to a metal phase, and a portion which carried out this phase transition after that is cooled, and it returns to a room temperature and is made a conductive good electrode (c) A cylindrical lens which condenses a beam in the shape of [thin] a straight line after making into a parallel ray a laser beam expanded by this beam expander using a lens

[Claim 7] Beta-FeSi₂ according to claim 6 Beta-FeSi₂ characterized by constituting so that power distribution of the shape of a straight line when having said cylindrical lens in electrode formation equipment of an element as a lens of a beam expander to which said laser beam is expanded, and condensing in the shape of a straight line may become uniform Electrode formation equipment of an element.

[Claim 8] Beta-FeSi₂ of a semiconductor Are electrode formation equipment of an element and it sets in (a) atmospheric air or an inert gas ambient atmosphere. Said beta-FeSi₂ A means to heat all or a part of material-list side portions, (b) It is said beta-FeSi₂ by this means to heat. It is alpha-Fe₂Si₅ about a material. Phase transition is carried out to a metal phase. Then, a beam expander to which a laser beam is expanded in case this portion that carried out phase transition is cooled, and it returns to a room temperature and is made a conductive good electrode, (c) After making into a parallel ray a laser beam expanded by this beam expander using a lens, It has a Fresnel lens with which image formation in a focus serves as a circle, (d) this Fresnel lens is used, and it is beta-FeSi₂. Exposure heating of the material-list side is carried out. It is alpha-Fe₂Si₅ about a portion of this exposure heating. Beta-FeSi₂ characterized by forming a metal phase and considering as a circle-like electrode pattern Electrode formation equipment of an element.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the mimetic diagram of the electrode formation equipment in which the 1st example of this invention is shown.

[Drawing 2] It is principle drawing explaining the phenomenon at the time of metalizing with iron, the two-dimensional state diagram of silicon, and heating.

[Drawing 3] Beta-FeSi 2 which shows the 1st example of this invention It is explanatory drawing of the electrode formation method of an element.

[Drawing 4] Beta-FeSi 2 which shows the 2nd example of this invention It is the mimetic diagram of the electrode formation equipment of an element.

[Drawing 5] Beta-FeSi 2 which shows the 3rd example of this invention It is the mimetic diagram of the electrode formation equipment of an element.

[Description of Notations]

- 1 Sample Board
 - 2 Electrode Pattern
 - 3 Hot Spot
 - 4 Condenser Lens
 - 5 25 Mirror (reflecting mirror)
 - 6, 24A, 27 Laser beam
 - 7 Beam Switch
 - 8 28 Nd: YAG laser (source of laser)
 - 9 Computer
 - 10 Stage
 - 11 Absorber
 - 21 40 Beta-FeSi 2 Semiconductor film
 - 22 Focal Straight Line-like Location
 - 23 Cylindrical Lens
 - 24 Lens for Considering as Parallel Ray
 - 26 Expander Lens
 - 30 Fresnel Lens
 - 31 32 Portion
 - 33 Slot on the Fresnel Lens
 - 41A, 41B Point
 - 42 Circle-like Metal Part
-

[Translation done.]

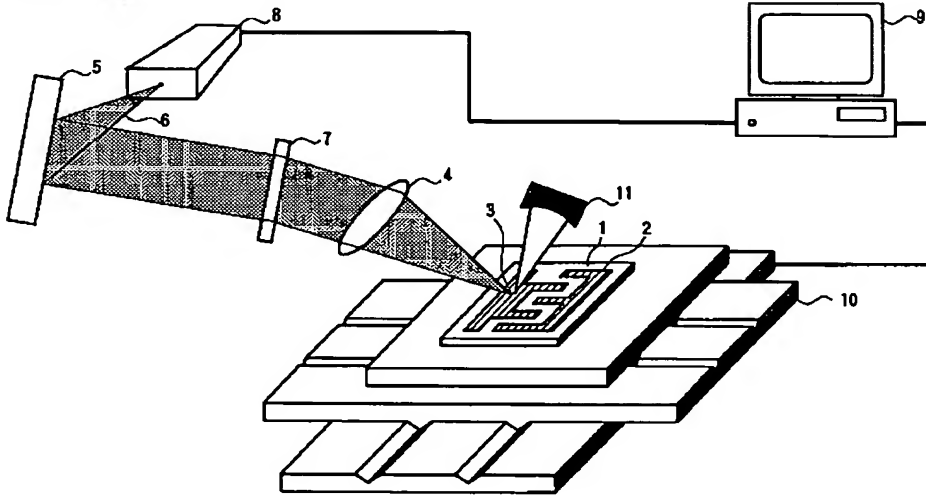
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

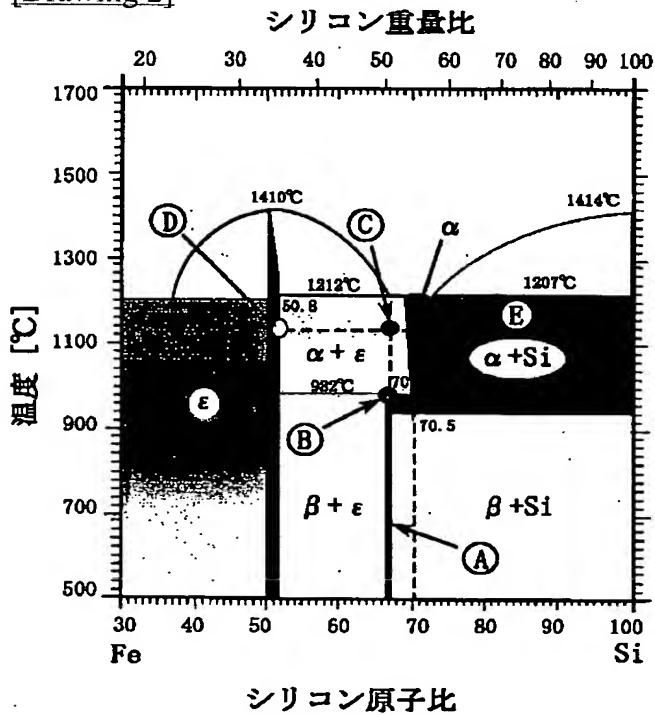
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]



[Drawing 2]

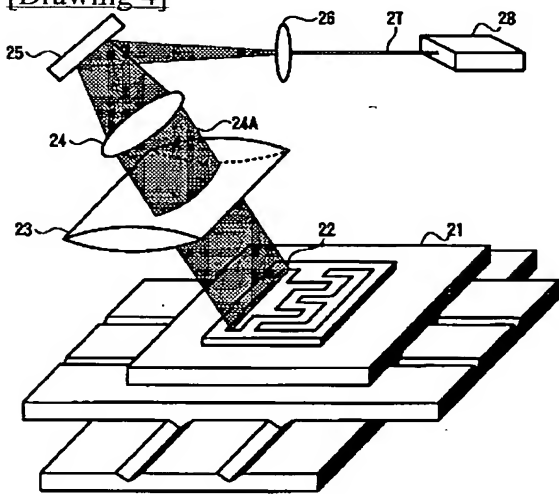


[Drawing 3]

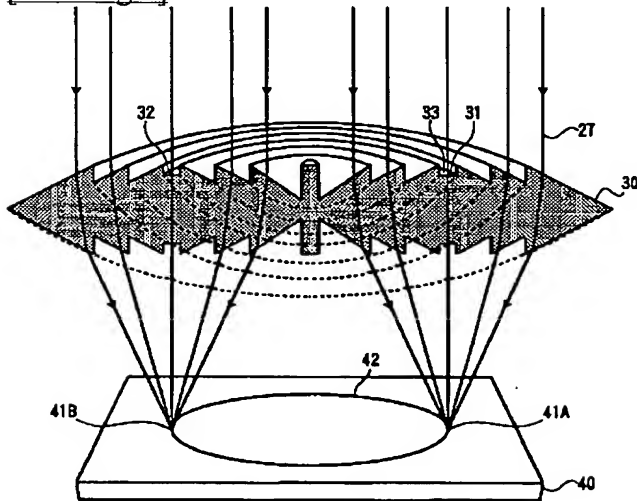
	場所A	場所B
(1)	1	
(2)	2	2
(3)	3	3
(4)	4	4
(5)	5	5
(6)	6	6

(7)	1 3 5 ... 2 4 6 ...	

[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-51462

(P2003-51462A)

(43) 公開日 平成15年2月21日 (2003. 2. 21)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	サーチコード [*] (参考)
H 0 1 L 21/285	3 0 1	H 0 1 L 21/285	3 0 1 S 4 M 1 0 4
21/3205		21/88	M 5 F 0 3 3

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-235664(P2001-235664)

(22) 出願日 平成13年8月3日 (2001. 8. 3)

(71) 出願人 396020800

科学技術振興事業団

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

(71) 出願人 501209793

牧田 雄之助

茨城県取手市白山2-8-10

(72) 発明者 牧田 雄之助

茨城県取手市白山2-8-10

(74) 代理人 100039635

弁理士 清水 守

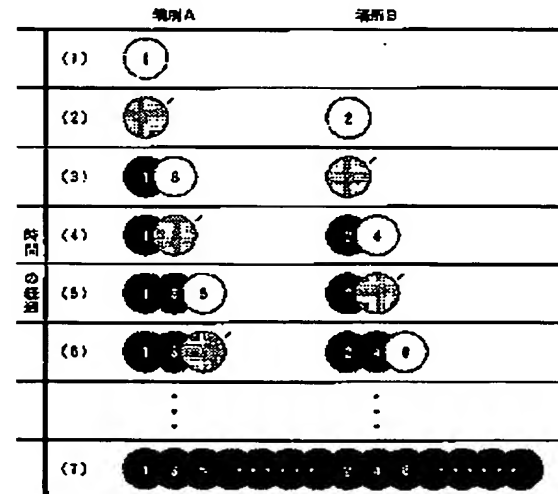
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 β -FeSi₂素子の電極形成方法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】 断線が生じることのない高信頼性の β -FeSi₂素子の電極形成方法及びその装置を提供する。

【解決手段】 大気または不活性ガス雰囲気において、前記 β -FeSi₂材料表面部分の全部または一部分を加熱することによって前記 β -FeSi₂材料を α -Fe₂Si₃金属相に相転移させ、その後、この相転移させた部分を冷し、室温に戻して導電性の良い電極にする際に、ステージに載せた試料表面の一点に加熱源を当てて α -Fe₂Si₃相化し、次に加熱する場所は接続した隣り合う場所にしないで、熱が波及しないほど離れた位置Bの一点へ加熱源を移動させて加熱し、その間に先に加熱した点Aの冷却により、既に冷却している点Aに接して次いで加熱源を当てることによって加熱/金属化を行い、この加熱冷却の操作を繰り返しながら金属化部分の追結によって所望の電極パターンを形成する。



(2)

特開2003-51462

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体の β -FeSi₂素子の電極形成方法であって、

大気または不活性ガス雰囲気において、前記 β -FeSi₂材料表面部分の全部または一部分を、加熱することによって前記 β -FeSi₂材料を α -Fe₂Si₃金属相に相転移させ、その後、該相転移させた部分を冷却し、室温に戻して導電性の良い電極にする際に、ステージに載せた試料表面の一点に加熱源を当てて α -Fe₂Si₃相化し、次に加熱する場所は、接続した隣り合う場所にしなくて、熱が波及しないほど離れた位置の一点へ加熱源を移動させて加熱し、その間に先に加熱した点の冷却により、既に冷却している点に接して次いで加熱源を当てることによって加熱/金属化を行い、この加熱冷却の操作を繰り返しながら金属化部分の連結によって所望の電極パターンを形成することを特徴とする β -FeSi₂素子の電極形成方法。

【請求項2】 半導体の β -FeSi₂素子の電極形成方法であって、

大気または不活性ガス雰囲気において、前記 β -FeSi₂材料表面部分の全部または一部分を、加熱することによって α -Fe₂Si₃金属相に相転移させ、その後、該相転移させた部分を冷却し、室温に戻して導電性の良い電極にする際に、レーザ光をビームエキスパンダにより拡大し、レンズを用いて平行光線とした後、シリンドリカルレンズを用いてビームを細い直線状に集光し、該直線状の焦点位置に β -FeSi₂材料を置いて加熱し、 α -Fe₂Si₃金属相化して直線状の電極パターンを形成することを特徴とする β -FeSi₂素子の電極形成方法。

【請求項3】 請求項2記載の β -FeSi₂素子の電極形成方法において、前記レーザ光を拡大するビームエキスパンダのレンズとして前記シリンドリカルレンズを用いることによって、直線状に集光したときの直線状のパワー分布が一様になるように構成したことを特徴とする β -FeSi₂素子の電極形成方法。

【請求項4】 半導体の β -FeSi₂素子の電極形成方法であって、

大気または不活性ガス雰囲気において、前記 β -FeSi₂材料表面部分の全部または一部分を、加熱することによって α -Fe₂Si₃金属相に相転移させ、その後、該相転移させた部分を冷却し、室温に戻して導電性の良い電極にする際に、レーザ光をビームエキスパンダにより拡大し、レンズを用いて平行光線とした後、焦点における結像が円弧となるようなフレネルレンズを用いて β -FeSi₂材料表面を照射加熱し、該照射加熱の部分を α -Fe₂Si₃金属相化して円弧状の電極パターンとすることを特徴とする β -FeSi₂素子の電極形成方法。

【請求項5】 半導体の β -FeSi₂素子の電極形成

2

装置であって、(a)大気または不活性ガス雰囲気において、前記 β -FeSi₂材料表面部分の全部または一部分を加熱する手段と、(b)該加熱する手段によって、前記 β -FeSi₂材料を α -Fe₂Si₃金属相に相転移させ、その後、この相転移させた部分を冷却し、室温に戻して導電性の良い電極にする際に、ステージに載せた試料表面の一点に加熱源を当てて α -Fe₂Si₃相化し、次に、加熱する場所は接続した隣り合う場所にしなくて、熱が波及しないほど離れた位置の一点へ加熱源を移動させて加熱し、その間に先に加熱した点の冷却により、既に冷却している点に接して次いで加熱源を当てることによって加熱/金属化を行う手段とを備え、前記加熱冷却の操作を繰り返しながら金属化部分の連結によって所望の電極パターンを形成することを特徴とする β -FeSi₂素子の電極形成装置。

【請求項6】 半導体の β -FeSi₂素子の電極形成装置であって、(a)大気または不活性ガス雰囲気において、前記 β -FeSi₂材料表面部分の全部または一部分を加熱する手段と、(b)該加熱する手段によって、前記 β -FeSi₂材料を α -Fe₂Si₃金属相に相転移させ、その後、該相転移させた部分を冷却し、室温に戻して導電性の良い電極にする際に、レーザ光を拡大するビームエキスパンダと、(c)該ビームエキスパンダにより拡大されたレーザ光を、レンズを用いて平行光線とした後、ビームを細い直線状に集光するシリンドリカルレンズとを備え、(d)該シリンドリカルレンズの直線状の焦点位置に β -FeSi₂材料を置いて加熱し、 α -Fe₂Si₃金属相化して直線状の電極パターンを形成することを特徴とする β -FeSi₂素子の電極形成装置。

【請求項7】 請求項6記載の β -FeSi₂素子の電極形成装置において、前記レーザ光を拡大するビームエキスパンダのレンズとして前記シリンドリカルレンズを備え、直線状に集光したときの直線状のパワー分布が一様になるように構成したことを特徴とする β -FeSi₂素子の電極形成装置。

【請求項8】 半導体の β -FeSi₂素子の電極形成装置であって、(a)大気または不活性ガス雰囲気において、前記 β -FeSi₂材料表面部分の全部または一部分を加熱する手段と、(b)該加熱する手段によって前記 β -FeSi₂材料を α -Fe₂Si₃金属相に相転移させ、その後、該相転移させた部分を冷却し、室温に戻して導電性の良い電極にする際に、レーザ光を拡大するビームエキスパンダと、(c)該ビームエキスパンダにより拡大されたレーザ光をレンズを用いて平行光線とした後、焦点における結像が円弧となるようなフレネルレンズを備え、(d)該フレネルレンズを用いて β -FeSi₂材料表面を照射加熱し、該照射加熱の部分を α -Fe₂Si₃金属相化して円弧状の電極パターンとすることを特徴とする β -FeSi₂素子の電極形成装置。

(3)

特開2003-51462

3

図。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、エレクトロニクス分野で脚光を浴びている β -FeSi₂薄膜半導体素子デバイスの作製方法に係り、薄膜基板上へ電流を出入流させる電極を形成するための β -FeSi₂素子の電極形成方法及びその装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般の半導体デバイスは、シリコン(Si)基板その他の平面基板材の上に機能性の材料薄膜を形成し、その上に発光・受光・メモリ・IC回路デバイスなどの微細な電極配線を施して構成する。この配線を行うには、金属導電体薄膜をめっき法・蒸着法・スパッタ法・イオンレーティング法を用いて素子表面に堆積させる必要があり、その後、ホトリソグラフィ技術を用いて、金属薄膜を微細なパターンに加工して素子が形成されてきた。

【0003】一方で最近、 β -FeSi₂薄膜半導体素子(デバイス)に電極配線を行う場合には、レーザ光を絞って半導体薄膜の一点を加熱すると加熱した部分が金属相に変換する性質を利用して、非接触で、金属薄膜を堆積する必要のない電極形成法が提案されている。

【0004】この電極形成方法は、従来のように真空中で金属膜形成を行い、高価なホトリソグラフ(パターンマスク作製-レジスト塗布-露光-エッチング)工程など、多くの時間と費用をかけて工程検査を行っていた製作コストの高い方法に較べれば、好ましい方法であった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記のように、従来の技術は、レーザビームの焦点で半導体薄膜を加熱して、その点が金属化したならばそのまま加熱点を少しずつずらして連続的に照射し、金属化部分をつないでいくもの(連続掃引)であるが、この連続掃引を行う場合、一旦金属化した部分が冷えるまでの間に、多少の時間だが高温にさらすことになる。

【0006】ところが α -Fe₂Si₃相は650~900℃近傍に放置すると、再び β -FeSi₂相の半導体層に戻ってしまい、電極としての伝導性が失われ、結果として電極が断線することになる。つまり、レーザ加熱の連続掃引で電極パターンを形成すると、断線が生じることがあった。

【0007】また、曲線が入り組んだ複雑な形状のパターンを作る場合には、連続照射で掃引するよりも、レーザ加熱部分を一点一点スポットでつなげる必要がある。その場合に、一度金属化したスポットに隣接して次のポイントを加熱すると、その重なった部分が高温度に保持されて再び半導体化してしまう。これも前記と同様に断線箇所を生む原因である。

4

【0008】本発明は、上記状況に鑑みて、断線が生じることのない高信頼性の β -FeSi₂素子の電極形成方法及びその装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記した目的を達成するために、

【1】半導体の β -FeSi₂素子の電極形成方法であって、大気または不活性ガス雰囲気において、前記 β -FeSi₂材料表面部分の全部または一部分を、加熱することによって前記 β -FeSi₂材料を α -Fe₂Si₃金属相に相転移させ、その後、該相転移させた部分を冷し、室温に戻して導電性の良い電極にする際に、ステージに載せた試料表面の一点に加熱源を当てて α -Fe₂Si₃相化し、次に加熱する場所は、接続した隣り合う場所にしないで、熱が波及しないほど離れた位置の一点へ加熱源を移動させて加熱し、その間に先に加熱した点の冷却により、既に冷却している点に接して次いで加熱源を当てることによって加熱/金属化を行い、この加熱冷却の操作を繰り返しながら金属化部分の連結によって所望の電極パターンを形成することを特徴とする。

【0010】【2】半導体の β -FeSi₂素子の電極形成方法であって、大気または不活性ガス雰囲気において、前記 β -FeSi₂材料表面部分の全部または一部分を、加熱することによって α -Fe₂Si₃金属相に相転移させ、その後、この相転移させた部分を冷し、室温に戻して導電性の良い電極にする際に、レーザ光をビームエキスパンダにより拡大し、レンズを用いて平行光線とした後、シリンドリカルレンズを用いてビームを細い直線状に集光し、この直線状の焦点位置に β -FeSi₂材料を置いて加熱し、 α -Fe₂Si₃金属相化して直線状の電極パターンを形成することを特徴とする。

【0011】【3】上記【2】記載の β -FeSi₂素子の電極形成方法において、前記レーザ光を拡大するビームエキスパンダのレンズとして前記シリンドリカルレンズを用いることによって、直線状に集光したときの直線状のパワー分布が一様になるように構成したことを特徴とする。

【0012】【4】半導体の β -FeSi₂素子の電極形成方法であって、大気または不活性ガス雰囲気において、前記 β -FeSi₂材料表面部分の全部または一部分を、加熱することによって α -Fe₂Si₃金属相に相転移させ、その後、この相転移させた部分を冷し、室温に戻して導電性の良い電極にする際に、レーザ光をビームエキスパンダにより拡大し、レンズを用いて平行光線とした後、焦点における結像が円弧となるようなフレネルレンズを用いて β -FeSi₂材料表面を照射加熱し、この照射加熱の部分を α -Fe₂Si₃金属相化して円弧状の電極パターンとすることを特徴とする。

【0013】【5】半導体の β -FeSi₂素子の電極形成装置であって、大気または不活性ガス雰囲気におい

50

(4)

特開2003-51462

5

て、前記 β -FeSi₂、材料表面部分の全部または一部分を加熱する手段と、この加熱する手段によって、前記 β -FeSi₂、材料を α -Fe₂Si₅、金属相に相転移させ、その後、この相転移させた部分を冷し、室温に戻して導電性の良い電極にする際に、ステージに載せた試料表面の一点に加熱源を当てて α -Fe₂Si₅、相化し、次に、加熱する場所は連続した隣り合う場所にならず、熱が波及しないほど離れた位置の一点へ加熱源を移動させて加熱し、その間に先に加熱した点の冷却により、既に冷却している点に接して次いで加熱源を当てることによって加熱／金属化を行う手段とを備え、前記加熱冷却の操作を繰り返しながら金属化部分の連結によって所望の電極パターンを形成することを特徴とする。

【0014】〔6〕半導体の β -FeSi₂、素子の電極形成装置であって、大気または不活性ガス雰囲気において、前記 β -FeSi₂、材料表面部分の全部または一部分を加熱する手段と、この加熱する手段によって、前記 β -FeSi₂、材料を α -Fe₂Si₅、金属相に相転移させ、その後、この相転移させた部分を冷し、室温に戻して導電性の良い電極にする際に、レーザ光を拡大するビームエキスパンダと、このビームエキスパンダにより拡大されたレーザ光を、レンズを用いて平行光線とした後、ビームを細い直線状に集光するシリンドリカルレンズとを備え、このシリンドリカルレンズの直線状の焦点位置に β -FeSi₂、材料を置いて加熱し、 α -Fe₂Si₅、金属相化して直線状の電極パターンを形成することを特徴とする。

【0015】〔7〕上記〔6〕記載の β -FeSi₂、素子の電極形成装置において、前記レーザ光を拡大するビームエキスパンダのレンズとして前記シリンドリカルレンズを備え、直線状に集光したときの直線状のパワー分布が一様になるように構成したことを特徴とする。

【0016】〔8〕半導体の β -FeSi₂、素子の電極形成装置であって、大気または不活性ガス雰囲気において、前記 β -FeSi₂、材料表面部分の全部または一部分を加熱する手段と、この加熱する手段によって、前記 β -FeSi₂、材料を α -Fe₂Si₅、金属相に相転移させ、その後、この相転移させた部分を冷し、室温に戻して導電性の良い電極にする際に、レーザ光を拡大するビームエキスパンダと、このビームエキスパンダにより拡大されたレーザ光をレンズを用いて平行光線とした後、焦点における結像が円弧となるようなフレネルレンズを備え、このフレネルレンズを用いて β -FeSi₂、材料表面を照射加熱し、この照射加熱の部分を α -Fe₂Si₅、金属相化して円弧状の電極パターンとすることを特徴とする。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら詳細に説明する。

【0018】本発明の特徴は、デバイス材料の β -Fe

5

Si₂、薄膜が、加熱操作によって結晶変態が発生し、金属相の α -Fe₂Si₅に変換することを利用して行うところにある。

【0019】図1は本発明の第1実施例を示すレーザ加熱によって、 β -FeSi₂相の一部分を α -Fe₂Si₅相に変換することを利用する電極形成装置の模式図である。

【0020】この実施例では、予め β -FeSi₂膜がSi結晶基板上に成長している試料板1は、コンピュータ9で制御されて電極パターン2を描画するように駆動するステージ10に固定されている。同様にコンピュータ9によって制御されるNd:YAGレーザ8から射出されるレーザビーム6は、装置の光路を最適に構築するミラー5を経て、同じくコンピュータ9によって制御されるビームスイッチ7を通過し、集光レンズ4によって集められ、試料面の加熱点3に焦点を結ぶ。試料面から反射される散乱光は、アブソーバ11によって吸収される。

【0021】図3は本発明の第1実施例を示す β -FeSi₂素子の電極形成方法の説明図である。

【0022】この実施例では、お互い十分離れているが、電極として連結されなければならない場所の二つをA、Bとする。また、時間の経過を、(1)～(7)に示す。

【0023】まず、(1)に示すように、初めにレーザ光を照射した点が場所Aの①スポットである。この点を982℃以上～1200℃以下に加熱すると、 α -Fe₂Si₅相に変わる。

【0024】次に、(2)に示すように、ビームスポットを場所A①から十分離れた場所B②位置に移動して加熱を開始する。この間、場所A①の点は温度が下降した状態の場所A①'で示す。場所B②を加熱している間に①スポットは急冷して室温でも金属相のままに残る。

【0025】次に、(3)に示すように、レーザ光を場所B②から場所A③に移動して加熱を開始する。この際、場所A③は場所A①の一部オーバーラップした位置にあるが、場所A①は冷却されているので、金属相のままである。場所A③を加熱している間は場所B②'は冷却している。

【0026】次に、場所A③が十分に加熱されたら、スポットを(4)に示す場所B④に移して場所B②とオーバーラップした点を加熱する。この間、場所A③'は冷却している。

【0027】以下、同様に、(5)に示すように、場所A③に接した場所A⑤点が加熱され、次に、(6)に示すように、場所B⑤点が加熱されて、金属化したスポットが繋がっていく。このように一点を照射加熱したら、次の加熱点は十分に離れた位置に移すという操作をコンピュータ9の制御により繰り返すことにより、(7)に示すように、金属化した点の連なった電極パターンを形

50

(5)

特開2003-51462

7

8

成することができる。

【0028】図2はこの関係を図示したもので、FeとSiの2元状態が示されている。

【0029】この図に示すように、半導体 β -FeSi₂、薄膜を形成した試料の組成は相図上のA点に存在する。この材料をレーザアニール法などで加熱して β 相分解温度(982℃)B点を超えてC点に至ると、加熱された部分は、わずかの ϵ -FeSi₃相と大部分が α -Fe₂Si₃相の混合結晶相になる。ここで変換されてきた α -Fe₂Si₃相を、電極材料として利用するものである。

【0030】この場合の α -Fe₂Si₃相になった部分の相図位置はE点となる。 α 相に転換した材料を、そのまま急冷して620℃以下にすると、本来の安定熱平衡相である β -FeSi₂とSiの混合体にならずに、 α -Fe₂Si₃のままで残る。この結晶相は金属なので電極材料として機能する訳である。

【0031】しかし、この際に、620℃以下に急冷しないで900℃～650℃近傍に長時間放置すると、 α -Fe₂Si₃相は、再び β -FeSi₂半導体相とSiに分解析出されるので、電極としての金属特性は示さなくなる。 β -FeSi₂相から α -Fe₂Si₃相に転換した部分を電極として利用するためには、急速に、620℃以下に冷却することが肝要である。

【0032】このように、連続極引照射の欠点を避けるためには、一点を金属化した後、十分時間を取って冷えたスポットに隣接した点を急速加熱して十分な時間を取って金属化し、また急冷却する方法がある。この操作を続けるとよい訳だが、こうすると金属化作業の間に間合いが生じ、電極パターンを作るために多くの時間がかかってしまう。

【0033】そこで、第1実施例では、レーザスポットを隣り合わせにせず、スポットを作った次のショットは熱の届かない十分離れた位置に取る。十分に熱が下がった所で、先に作ったスポットに隣接してビームを照射していけば、連続した金属スポットの列ができる。したがって、 β -FeSi₂半導体材料表面にレーザビームをスポット照射して、予めできていた α -Fe₂Si₃相のスポットにオーバーラップさせて電極を構成することにより、再び β 化して断線してしまうという従来の問題を解決することができる。

【0034】一般に、手軽に入手可能で利用できるレーザパワーでは、レーザビームをレンズを用いて絞り込むと、焦点位置の像の大きさは数 μ m～数10 μ mとなり、これが金属化したときのレーザスポット径である。そのため、電極パターンとして必要な幅と数mmの距離をこのスポット群をつないで電極パターンを作るには、数百～数千回の加熱冷却操作が必要になり、その作業には多大の工数と時間がかかってしまう。そこで、本発明では、以下の第2実施例によりこのような問題を解決す

る。

【0035】図4は本発明の第2実施例を示す β -FeSi₂素子の電極形成装置の模式図である。

【0036】ここでは、あるパターンの距離を一度の加熱冷却操作で α -Fe₂Si₃相金属化する方法が有効である。

【0037】デバイス電極パターンの中に頻りに作られる図形は直線部分である。そこで、この実施例では、その直線部分を一回のレーザ照射で作成しようとするものである。

【0038】すなわち、レーザ源28から発射したレーザビーム27が、エキスパンダレンズ26を通過して十分に広がったところに、平行光線とするためのレンズ24を置く。レーザ源28からデバイスまでの空間的距離や配置を最適にするために、レーザビーム27の方向を変える反射鏡25などを使用してもよい。

【0039】十分に光線が広がったところにシリンドリカルレンズ23を置くと、レーザビーム27はその焦点を結んだところに直線状に集光する。この直線状の焦点位置22に β -FeSi₂半導体膜21を配置すると、一度の照射で幅数10 μ m、長さ数mmの電極としての金属部分を形成することができ、スポット照射の繰り返し操作に比べると大幅に作業時間や操作用工数を節約できる。

【0040】ここで用いたエキスパンダやレンズ類は、透明ガラスでもよいし、凹面反射鏡を用いてもよい。

【0041】また、エキスパンダレンズとしてシリンドリカルレンズを使用することもできる。本実施例では、エキスパンダでビームを円錐状に拡大し、後で直線状に集光するので、直線状の光パワーは一様ではない。そこで直線状焦点の光パワーを一様にするためにはエキスパンダにシリンドリカルレンズを用いて、集光用のシリンドリカルレンズと光軸を調整すればよい。

【0042】図5は本発明の第3実施例を示す β -FeSi₂素子の電極形成装置の模式図である。

【0043】デバイス電極パターンの中でも受光センサによく見られる図形は、円弧の電極である。この図形はビームスポットの直線移動のみで作る場合には手間のかかる図形で、細かなX-Y移動を繰り返す必要があるものである。本実施例はその円弧部分を一回のレーザ照射で作成しようとするものである。

【0044】すなわち、第2実施例と同様に、レーザ源28から発射したレーザビーム27をエキスパンダレンズ26を用いて十分に広げたところに、平行ビームとするためのレンズ24を置く(図4参照)。

【0045】この実施例ではさらに、十分に平行ビームが広がったところにフレネルレンズ30を置く。このフレネルレンズ30はその中心と周辺みちの間の、半径方向の断面が凸レンズと同様な動作をするような構造になっている。例えばフレネルレンズ30の中心より右側に

50

(6)

特開2003-51462

9

10

相当する部分27や31に入射した光線は、点41Aに集光される。

【0046】また、左側に相当する部分32に入射した光線は、点41Bの位置に焦点を結ぶ。フレネルレンズ30の溝33は、そのレンズ30の中心から同心円に構成されているから、フレネルレンズ30に入射した光線は、焦点位置に円弧状になるように集光する。この焦点に $\beta\text{-FeSi}_2$ 、半導体膜40を配置すると、一度の照射で必要な大きさの円弧状の金属部分42を形成することができ、これが電極の役目をする。

【0047】このように、本発明によれば、円弧形状の集光点を金属に変えて電極とすることができ、従来のスポット照射の繰り返し操作に比べると、大幅に作業時間や操作工程を節約することができる。

【0048】ここで用いたエキスパンダやレンズ類は、透明ガラスでもよいし反射鏡を用いてもよい。

【0049】これまで、パターン電極をレーザービームで作業効率よく作成するための機構として、一つのシリンドリカルレンズやフレネルレンズを用いてきたが、これらを二つ以上組み合わせ、曲線と直線を組み合わせたパターンを作ることも可能である。実際の電極製作を行うには、ステージに取り付けた試料板を縦横に移動させて上記パターンを組み合わせ加工する。

【0050】さらに、レーザーパワーに余裕があって強力であれば、線の組み合わせで電極パターンを構成する手間のかかる方法を取らず、望みの電極パターンのマスクを作成し、その図形をレンズで半導体膜面上に直接投影し、照射された部分を金属化してしまえば、一度の照射で希望の電極を得ることも可能である。

【0051】また、加熱に必要なエネルギーは、被照射材料の光吸収率、熱伝導率、融点、比熱などによって異なるが、半径数10 μm 領域を1000℃近傍に加熱するには10⁴W/cm²のエネルギー密度が必要で、秒単位の短時間でよい。ビーム径が1～2mmの通常のレーザーなら数Wの出力があればよい。

【0052】 $\beta\text{-FeSi}_2$ に対して波長1.06 μm のNd:YAGレーザーを用いた場合、その光吸収率は10⁴と高く、熱伝導率は熱電材料に用いられているように大変低いので、50 μm 径の微小領域を1000℃近傍に加熱するのは出力10W光を数秒間照射すればよい。

【0053】なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

【0054】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明によれば、以下のような効果を奏することができる。

【0055】(A) $\beta\text{-FeSi}_2$ 、半導体の一部分をレーザービームを絞って加熱冷却し、その部分を金属相である $\alpha\text{-Fe}$ 、Si、相に転換するという操作を行って導電電極とする際に、隣り合った点を重ねないで十分離れた点を金属化していった最終的に連続した電極を形成するようにしたので断線が起らない。

【0056】(B) 小さなスポットをつなげないで、連続した直線や円弧を一度の加熱で作成するようにしたので、電極パターンを作成するのに短時間で済むという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示す電極形成装置の模式図である。

【図2】鉄とシリコンの2次元状態図と加熱により金属化する際の現象を説明する原理図である。

【図3】本発明の第1実施例を示す $\beta\text{-FeSi}_2$ 、素子の電極形成方法の説明図である。

【図4】本発明の第2実施例を示す $\beta\text{-FeSi}_2$ 、素子の電極形成装置の模式図である。

【図5】本発明の第3実施例を示す $\beta\text{-FeSi}_2$ 、素子の電極形成装置の模式図である。

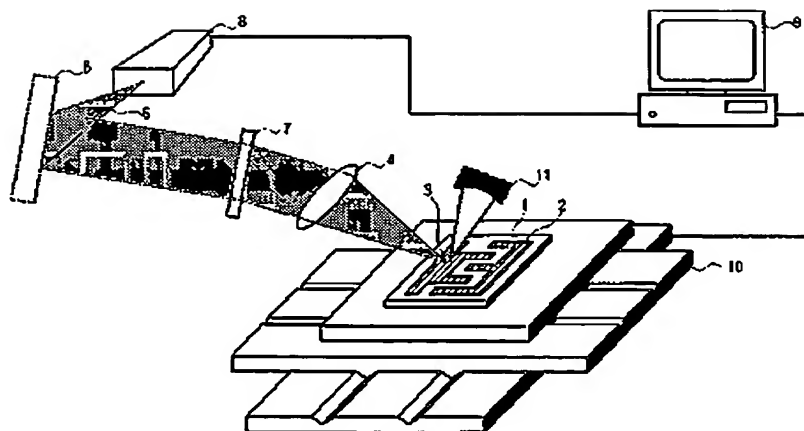
【符号の説明】

- 1 試料板
- 2 電極パターン
- 3 加熱点
- 4 集光レンズ
- 5、25 ミラー（反射鏡）
- 6、24A、27 レーザビーム
- 7 ビームスイッチ
- 8、28 Nd:YAGレーザー（レーザー源）
- 9 コンピュータ
- 10 ステージ
- 11 アブソーバ
- 21、40 $\beta\text{-FeSi}_2$ 、半導体膜
- 22 直線状の焦点位置
- 23 シリンドリカルレンズ
- 24 平行光線とするためのレンズ
- 26 エキスパンダレンズ
- 30 フレネルレンズ
- 31、32 部分
- 33 フレネルレンズの溝
- 41A、41B 点
- 42 円弧状の金属部分

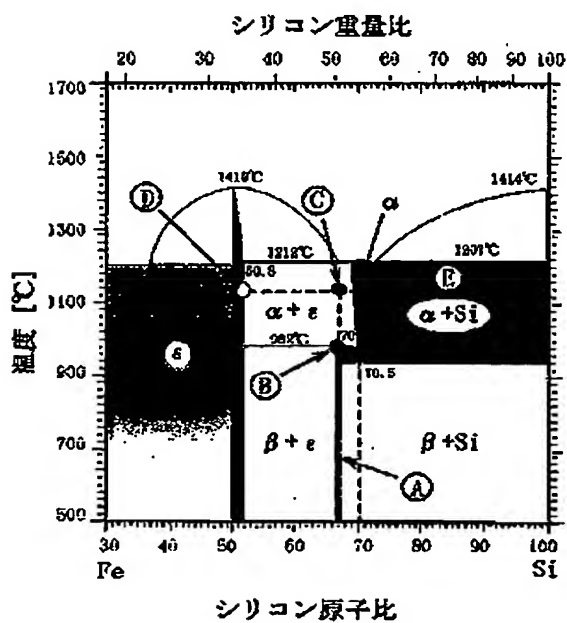
(7)

特開2003-51462

【図1】



【図2】



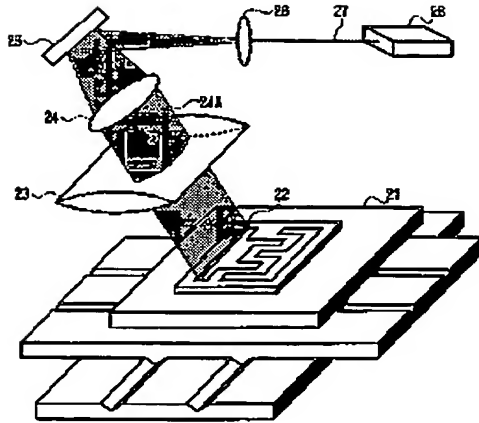
【図3】

	場所A	場所B
(1)	1	
(2)	2	2
(3)	3	3
(4)	4	4
(5)	5	5
(6)	6	6
...
(7)	7	7

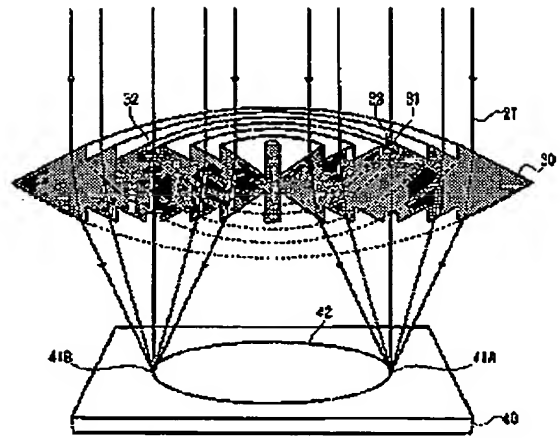
(8)

特開2003-51462

【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 中山 靖彦
神奈川県川崎市宮前区けやき平1-41-
103

Fターム(参考) 4M104 AA01 B819 D081 D088
5F033 H025 LL06 PP31 Q052 Q083